

Heterodyne Thickness Monitoring System

Patent Number: ☐ US6261152
Publication date: 2001-07-17
Inventor(s): AIYER ARUN A (US)
Applicant(s): NIKON RES CORP OF AMERICA (US)
Requested Patent: ☐ JP2000035316
Application Number: US19980118306 19980716
Priority Number(s): US19980118306 19980716
IPC Classification: B24B49/00
EC Classification: B24B49/10, B24B37/0411, B24B49/04, G01B11/06C10
Equivalents:

Abstract

A CMP heterodyne in-situ sensor (C-HIS) system utilizes optical heterodyne interferometry. A wafer undergoing CMP is illuminated through the wafer thickness using an infrared laser beam at a wavelength of 1.1 μm or greater. The beam is transmitted through the wafer and is reflected from the front wafer surface. As the wafer is polished, the optical beam path through the wafer is shortened, causing the reflected optical frequency to undergo a Doppler shift. By measuring this shift, the change in wafer thickness is determined. The frequency shift generates a signal, which enables dynamic process control. In embodiments where the wafer includes a planarization film, the frequency shift provides a measurement of changing film thickness. Embodiments of the invention utilize phase detection independent of intensity, and hence do not suffer from intensity fluctuations. Some embodiments detect thickness changes less than 2.5 nm. C-HIS sensors operate in both polished-to-thickness and polished-to-stop scenarios

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-35316

(P2000-35316A)

(43) 公開日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークシート (参考)
G 0 1 B 11/06		G 0 1 B 11/06	G
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 S

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-191483

(22) 出願日 平成11年7月6日 (1999.7.6)

(31) 優先権主張番号 09/118806

(32) 優先日 平成10年7月16日 (1998.7.16)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 アラン エー. エイヤー

アメリカ合衆国 94539 カリフォルニア,

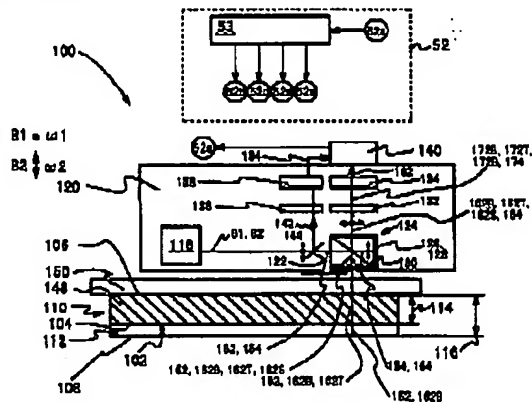
フレモント, ドレリタ コート 43

(54) 【発明の名称】 ウエハ上膜厚測定方法及びウエハ上膜厚測定装置

(57) 【要約】

【課題】 既存のCMP装置の多くには、研磨中にウエハ厚さの同時計測ができないという問題点がある。

【解決手段】 CMP同時測定のためのウエハ上膜厚測定装置において、光学的ヘテロダイン干渉法を用いる。CMP中の半導体ウエハに波長1.1 μ m以上の赤外レーザービームを照射する。このレーザービームは、半導体ウエハを透過して、半導体ウエハ表面で反射される。半導体ウエハが研磨されるのに従い、半導体ウエハを通る光路長は短くなっていき、従って、上記反射光の光学的周波数はドップラーシフトを受ける。このシフト量を測定することによって、半導体ウエハ上の膜厚の変化量が決定される。上記周波数シフトから信号が生成され、これによって動的プロセス制御が可能となる。半導体ウエハが平坦化膜を有する場合には、上記周波数シフトから膜厚変化の測定ができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】化学的機械的研磨中に同時測定を行なうヘテロダイン方式のウエハ上膜厚測定方法において、表面、裏面、及び該表面と該裏面との間のウエハ厚さを有する半導体ウエハを供する段階と、前記裏面を回転キャリアに取り付ける段階と、前記回転キャリアに取り付けられた前記半導体ウエハを回転させると同時に、前記厚さが時間変化するように前記表面を研磨する段階と、レーザビームを発生させる段階と、光路を通して前記レーザビームを伝播させる段階と、光検出器において前記レーザビームを検出する段階と、前記光検出器において、前記時間変化する厚さに依存する成分を有する時間変化する出力信号を発生する段階とを有することを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項2】請求項1に記載のウエハ上膜厚測定方法において、前記時間変化する厚さを測定するために前記時間変化する出力信号を用いることを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項3】請求項1または2に記載のウエハ上膜厚測定方法において、動的プロセス制御を可能にするために前記時間変化する出力信号を結合させる段階を更に含むことを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項4】請求項1、2、3のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定方法において、前記レーザビームは前記裏面を通過して前記半導体ウエハに入射し、そして前記表面において少なくともその一部が反射されることを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項5】請求項1、2、3、4のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定方法において、前記レーザビームの波長は $1.1\mu\text{m}$ 以上であり、前記半導体ウエハおよび前記回転キャリアは $1.1\mu\text{m}$ 以上の波長において光学的に少なくとも半透明であることを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項6】請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定方法において、前記半導体ウエハは、基板と該基板とは異なる材質の平坦化膜層とからなり、該平坦化膜層は前記基板と前記平坦化膜層とを隔する境界面を有することを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項7】請求項6に記載のウエハ上膜厚測定方法において、前記平坦化膜層は $1.1\mu\text{m}$ 以上の波長において光学的に少なくとも半透明であることを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項8】請求項4、5、6、7のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定方法において、前記レーザビームは前記表面での反射の際に位相シフトを受け、該位相シフトは被研磨中の前記半導体ウエハの前記時間変化する厚さに依存することを特徴とするウエハ上膜厚測定方法。

【請求項9】化学的機械的研磨中に半導体ウエハ上の膜

厚の同時測定を行なうヘテロダイン方式のウエハ上膜厚測定装置において、光路を通して伝播するレーザビームを発生するように構成したレーザ光源を具備した装置と、前記光路中に置かれ、境界面、該境界面と反対側の裏面、及び該境界面と該裏面との間の基板厚さを有する半導体ウエハと、前記裏面に取り付けられた回転キャリアと、前記光路中に置かれた、受光面と出力端子とを有する光検出器とを有することを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【請求項10】請求項9に記載のウエハ上膜厚測定装置において、前記裏面が前記レーザ光源に対向するように前記半導体ウエハを前記光路中に配したことを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【請求項11】請求項9または10に記載のウエハ上膜厚測定装置において、前記半導体ウエハ及び前記受光面を、前記裏面が前記光検出器の前記受光面に対向するように、前記光路中に配したことを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【請求項12】請求項9、10、11のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定装置において、前記レーザビームの波長は $1.1\mu\text{m}$ 以上であり、前記半導体ウエハおよび前記回転キャリアは $1.1\mu\text{m}$ 以上の波長において光学的に少なくとも半透明であることを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【請求項13】請求項9、10、11、12のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定装置において、前記半導体ウエハは、基板と該基板とは異なる材質の平坦化膜層とからなり、前記境界面は前記平坦化膜層と前記基板とを隔することを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【請求項14】請求項13記載のウエハ上膜厚測定装置において、前記平坦化膜層は $1.1\mu\text{m}$ 以上の波長において光学的に少なくとも半透明であることを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【請求項15】請求項9、10、11、12、13、14のいずれかに記載のウエハ上膜厚測定装置において、前記光検出器の前記出力端子と接続された入力端子を有する信号処理装置を更に有することを特徴とするウエハ上膜厚測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、同時プロセス測定のための装置及び方法に関するものであり、より具体的には、化学的機械的研磨中の半導体ウエハ上の膜厚の同時測定のためのウエハ上膜厚測定方法及びウエハ上膜厚測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】基板の能動表面又はデバイス表面の平坦化は、最近の集積回路（IC）製造ラインにおける重要

な工程となってきた。現在までに開発された幾つかの平坦化技術のうちで、化学的機械的研磨 (Chemical Mechanical Polishing、以下ではCMPと称する) が最も多用されている。CMPが多用される理由は、適用できる用途が広く、かつその結果の均一性が満足できること、比較的使い易いこと、及び低コストであること等によっている。しかしながら、半導体ウエハの大口径化及び常にプロセス均一性の向上が要求される諸デバイス技術の趨勢によって、より改良された平坦化装置の実用化が要請されている。

【0003】典型的なCMP装置では、上面に可撓性のある一体化した研磨パッドを固定した平坦な回転ディスク又はプラテンが使用される。プラテンを回転させながらスラリーがこのパッドの中心近傍に滴下され、そしてこのスラリーは上記回転による遠心力が少なくとも一つの原因となって、外周方向に広がる。次に、表面を通常下方に向けた半導体ウエハ又は基板がパッドの加工表面に押圧されて、回転研磨パッドがスラリーを半導体ウエハの表面全面に渡って動かす。このようにして、半導体ウエハ表面の凸部が除去されて、十分に平坦な表面が得られる。

【0004】CMPは、層間絶縁層の平坦化のためによく使われる。絶縁膜がコートされる表面 (被コート面) に凹凸があると、コートされた絶縁膜の表面にもその凹凸が転写されたり、場合によっては更に拡大されたりする。このようになった絶縁膜の表面を平坦化することにより凸部が除去されて、絶縁膜の膜厚が既定値にまで薄くされる。従って、このように平坦化された絶縁膜においては、被コート面上の凸部の上部にある絶縁膜は、低い部分の上部の絶縁膜に比べて、より多く研磨される。通常、局所的 (単位パターン) にも全体的 (半導体ウエハ全面に亘って) にも、被コート面上の最も高い各凸部の上部にある絶縁膜の厚さを設定された最小値にすることが重要である。従って、半導体ウエハの全面において絶縁膜を均一に除去する必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】既存のCMP装置の多くには、研磨中にウエハ上の膜厚の同時計測ができないという問題点がある。半導体ウエハ表面が研磨パッドに押圧されている除去工程中では、通常、研磨の進行状態に関する測定は全くできない。従って、半導体ウエハを成る一定時間研磨するか、オフラインで測定するために定期的に装置から外すかの両方またはいずれか一方がなされる。最近、米国特許5,433,651号公報において、同時測定を可能とするための少なくとも一つの貫通穴を研磨パッドに設けて加工表面の観測窓とすることが提案されている。しかし、この研磨パッドに設けた窓部がウエハ表面を通過する度に、加工表面で機械的な不連続過程を引き起こす。より通常の方法としては、一体化した研磨パッドが使用される。

【0006】よって、ウエハ表面に対して光学的にアクセスでき、余り複雑でも高価でもない連続的同時プロセス測定ができるCMP装置及び方法が求められている。

【0007】

【課題を解決するための手段】このため本発明では半導体ウエハ表面に対して光学的にアクセスする機能強化された化学的機械的研磨用ヘテロダイン方式同時測定センサー (以下ではC-HISと称する) 装置及び方法を提案する。このC-HIS装置は、通常の光学的ヘテロダイン干渉法に基づく。ある実施態様では、1.1 μ m又はこれを超える波長のレーザー光を出射する赤外レーザー光源を用いて、半導体ウエハを透過した該レーザー光によって半導体ウエハの表面を照明する。ある実施態様では、半導体ウエハに平坦化膜が付いている。このような場合には、半導体ウエハ表面とは平坦化膜を含んだものとする。上記の波長の光は、半導体ウエハ及び平坦化膜を透過して半導体ウエハ表面にまで到達し、そこで少なくともその一部が反射されてC-HIS装置に戻る。平坦化膜が研磨されている過程では、該平坦化膜を伝播するレーザービームの光路長は短くなっていく。この結果、反射レーザービームの光学的周波数はドップラー周波数シフトする。このドップラー周波数シフトを測定することによって、平坦化膜の厚さの瞬間変化率を決定できる。本発明のある実施態様では、このドップラー周波数シフトの測定結果からプロセスの動的制御のための入力信号を発生させる。

【0008】従来の光学的同時センサーは光強度依存性の装置であり、従って光源の強度変動や光路中の透過率変動に起因するノイズの影響を受ける。このような従来の同時センサーとは異なり、本発明の実施態様は、強度に依存しない位相検出に基づいた測定法を提供しており、従って光強度変動に係る問題点がない。ある実施態様では、約2.5nmの厚さの変化の検出が可能である。本発明の実施態様によれば、C-HIS装置は、研磨対厚さモード及び研磨対終了モードの両モードで動作する。従って、これらの実施態様は、CMPプロセスの機能強化された多目的な同時測定を可能とするための半導体ウエハ表面の光学的評価装置及び方法を示している。

【0009】

【発明の実施の形態】図面を参照して本発明の実施態様を以下に説明するが、当業者にとって、開示された具体的な構造及び方法の両方またはいずれか一方に対する様々な変更又は改造は自明であろう。本発明の教示に基づいたり、本発明の教示による関連技術の進展に依ったりしたこれらすべての変更、改造、又は変形は、本発明の精神と本発明の範囲とに含まれていると見なされる。

【0010】図1は、本発明による半導体ウエハ110及びCMPヘテロダイン方式同時測定センサー (C-HIS) 光学系120を含む化学的機械的研磨 (CMP)

装置100の一部を示す概略断面図である。半導体ウエハ110は、表面108及び裏面106を有する。実施態様によっては、半導体ウエハ110には基板148と平坦化膜112とが含まれる。このような場合には、平坦化膜112と基板148とは境界面104（以下、境界と称する）で接している。図1に示されているように、表面108とは平坦化膜112の表面を意味するものとする。平坦化膜112は、境界104から表面108までの距離としての厚さ102を有する。同様に、基板厚さ114を裏面106と境界104との間の距離として定義し、半導体ウエハ厚さ116を裏面106と表面108との間の距離として定義する。半導体ウエハ110の裏面106は、一般的な方法によって、回転キャリア150に取り付けられる。表面108は、プラテン（不図示）に固定された回転研磨パッドの加工面に対して下向きに押圧される。通常、研磨用スラリーが、表面108と研磨パッドの加工面との間に添加される。

【0011】光学系120は、レーザ光源118、参照光用ビームスプリッター（BS）122、偏光ビームスプリッター（PBS）124、参照光用1/4波長板126、参照光用反射板128、測定光用1/4波長板130、測定光用合波用偏光板132、測定光用光検出器134、参照光用合波用偏光板136、参照光用光検出器138、及び、測定光用光検出器134及び参照光用光検出器138からの出力がそれぞれ信号線182及び184によって電気的に結合している信号処理装置140を含んでいる。この光学系は、例えば、米国特許第4,688,940号公報に記載されている光学系に類似している。光学系120の光学部品は、半導体ウエハ110が取り付けられた回転キャリア150の上部に近接して固定されている。光学系120は、回転キャリア150の回転軸と一定の関係をもった位置に機械的に固定してもよい。

【0012】レーザ光源118は、波長 $1.1\mu\text{m}$ またはこれを超える波長の赤外レーザ光源である。レーザ光源118は、周波数 ω_1 及び ω_2 をそれぞれ有する実質的に重畳された二つの同軸レーザビームB1及びB2を出射するように構成されている。周波数 ω_1 は、ヘテロダインオフセット周波数 $\Delta\omega$ 分だけ周波数 ω_2 からオフセットされており、 $\omega_1 = \omega_2 + \Delta\omega$ なる関係が成り立っている。また、レーザビームB1及びB2は偏光方向が互いに直交している。これを図面によって説明すると、レーザビームB1は始め、（黒丸で示されている如く）図1の紙面に直交した直線偏光であり、レーザビームB2は始め、（矢印で示されている如く）図1の紙面に平行な直線偏光である。レーザビームB1及びB2の生成は、通常、単一の周波数 ω_1 の直線偏光出力を持つ十分に周波数が安定化されたレーザ光源の出力レーザビーム中に置かれた音響光学素子（不図示）によってなされる。ヘテロダインオフセット周波数 $\Delta\omega$ に等しい音響

周波数でこの音響光学素子を駆動することによって、該音響光学素子からの出力光の一部が直交した周波数 ω_2 の偏光レーザビームに変換される（例えば、米国特許第4,688,940号公報参照）。

【0013】レーザ光源118を出射したレーザビームB1及びB2は、同軸で参照光用ビームスプリッター122まで伝播し、そこでそれぞれの一部が反射されてレーザビーム142及び144となり、参照光用合波用偏光板136を通過して参照光用光検出器138に入射する。レーザビームB1及びB2のビームスプリッター122を透過した成分は、そのままそれぞれレーザビーム152及び154として伝播する。レーザビーム154は、偏光ビームスプリッター（以下、PBSと称する）124を反射せずにそのまま透過し、次いで1/4波長板126を通過することによって直線偏光から円偏光に変換される。次に、レーザビーム154は反射板128によって反射されて、再び1/4波長板126を通過して、レーザビーム164となるが、再度直線偏光に変換されている。レーザビーム164の偏光方向はレーザビームB2の元の偏光方向と直交している。次に、レーザビーム164はPBS124で反射される。レーザビームB2、154、及び164に係るすべての光学部品はそれぞれの位置に固定されていることは言うまでもない。従って、レーザビームB2、154、及び164が通過する光路の光路長は一定である。

【0014】レーザビーム152は、PBS124によって反射され、1/4波長板130を通過する過程で直線偏光から円偏光に変換される。レーザビーム152が裏面106まで到達するには、回転キャリア150はその全体又は一部がレーザ光源118の波長に対して、少なくとも光学的に半透明であることが必要であり、光吸収による光量の損失を低減するためには透明であることが好ましい。これを実現するには、例えば、回転キャリア150の全体若しくは一部をアクリル樹脂若しくは溶融石英等で構成するか、又は、光通過用光路を設けるために回転キャリア150にスロット孔を空ける。

【0015】レーザビーム152は、裏面106、境界面104、及び表面108の各面で部分的に反射され、それぞれ部分反射レーザビーム162S、162T、及び162Bとなって戻り、1/4波長板130を再度通過する。162S、162T、及び162Bの各レーザビームは、1/4波長板130を再度通過することによって円偏光から直線偏光に変換されるが、それぞれの偏光方向はレーザビームB1の元の偏光方向と直交している。次に、反射レーザビーム162S、162T、及び162Bは、それぞれPBS124を通過し、参照レーザビーム164と同軸で伝播する。研磨工程中には平坦化膜112の厚さ102が減少していくため、レーザビームB2、152、及び162Bが通過する光路の光路長も減少していく。従って、レーザビームB2、15

2、及び162Bは、光路長が変動する光路中を伝播することになる。

【0016】参照レーザービーム164並びに反射レーザービーム162S、162T、及び162Bの各偏光方向は、それぞれの元のレーザービームB2及びB1の偏光方向に対して90度回転している。従って、参照レーザービーム164に対して、反射レーザービーム162S、162T、及び162Bは直交した偏光であることに変わりはない。次に、PBS124から出た参照レーザービーム164並びに反射レーザービーム162S、162T、及び162Bは、同軸で合波用偏光板132まで伝播する。合波用偏光板132から出る対応したレーザービーム172S、172T、172B及び174はすべて同一の偏光状態となる（例えば、米国特許第4,688,940号公報参照）。これら同一偏光状態のレーザービーム172S、172T、172B及び174は、次に、測定光用光検出器134の受光面で一緒に受光され、電気測定信号S1を発生する。同様に、元の各レーザービームB1及びB2の一部である互いに直交した偏光面をもつレーザービーム142及び144は、参照光用合波用偏光板136で結合され（例えば、米国特許第4,688,940号公報参照）、参照光用光検出器138で検出され、電気参照信号S2を発生する。

【0017】測定信号S1及び参照信号S2は、それぞれ電気信号線182及び184によって、又は無線的手段によって、信号処理装置140に供給される。信号処理装置140は、測定信号S1及び参照信号S2のそれぞれを増幅、調整、比較、及び処理するためのアナログ及びデジタル回路の両方またはいずれか一方を含んでおり、これによって、CMPプロセスの状態を表わす出力信号を発生する。また、以下で詳述するように、信号処理装置140はプロセスの動的制御のための出力信号を発生するようにしてもよい。

【0018】光学的ヘテロダイン干渉法の周知の原理により、測定光用光検出器134での参照レーザービーム174は、

$$E1 = E_{01} e^{i(\omega t + \phi)}$$

と表現できる。但しここで、 E_{01} は振幅、 t は時間であり、指数成分は周波数 ω を有する参照レーザービーム174の周波数及び位相依存項である。

【0019】同様に、測定光用光検出器134での測定レーザービーム172S、172T、及び172Bはそれぞれ、

$$E2 = E_{02} e^{i(\omega t + \phi^S)}$$

$$E3 = E_{03} e^{i(\omega t + \phi^T)}, \text{ 及び}$$

$$E4 = E_{04} e^{i(\omega t + \phi^B)}$$

と表現できる。但しここで、 E_{02} 、 E_{03} 、及び E_{04} はレーザービーム172S、172T、及び172Bの各振幅、 t は時間であり、指数成分は、周波数 ω を有し、表面106、境界104、及び表面108の各面でそれ

ぞれ光学的位相シフト ϕ^S 、 ϕ^T 、及び ϕ^B を受けた上記各測定レーザービームの周波数及び位相依存項である。

【0020】周知の振幅二乗和の原理により、レーザービーム174、172S、172T、及び172Bの合成レーザービームに依る測定光用光検出器134の測定信号S1は、

$$S1 \propto E^2 + 2E_{02}E_{03}\cos(\Delta\phi_{TS}) + 2E_{02}E_{04}\cos(\Delta\phi_{SB}) + 2E_{03}E_{04}\cos(\Delta\phi_{TB}) + 2E_{01}E_{02}\cos(\Delta\omega \times t - \phi^S) + 2E_{01}E_{03}\cos(\Delta\omega \times t - \phi^T) + 2E_{01}E_{04}\cos(\Delta\omega \times t - \phi^B)$$

で与えられる。但しここで、

$$E^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + E_{03}^2 + E_{04}^2,$$

$$\Delta\phi_{TS} = \phi^T - \phi^S,$$

$$\Delta\phi_{SB} = \phi^S - \phi^B, \text{ 及び}$$

$$\Delta\phi_{TB} = \phi^T - \phi^B,$$

である。

【0021】測定信号S1の第二項までは時間に依存しない。第三及び第四項は、平坦化膜の研磨中にその大きさが変化し、この結果、信号のコントラストの変化を引き起こす。第五及び第六項は、ヘテロダイン項ではあるが、位相 ϕ^S 及び ϕ^T は研磨工程中に変化しないので、ドップラーシフトを受けない。測定信号S1の最後の項のみが、研磨工程中にドップラーシフトを受けるヘテロダイン項である。

【0022】参照光用光検出器138によって発生する参照信号S2は、

$$S2 \propto 4 + 4\cos(\Delta\omega \times t)$$

と表現できる。S2はヘテロダインオフセット周波数 $\Delta\omega$ には依存するが、位相シフトは受けていない信号である。図2は、縦軸を任意スケールにとり、測定信号S1及び参照信号S2の各シミュレーション結果を規格化したグラフを示している。横軸は、 μsec の単位で表わされた時間を示している。図2の下方の曲線212は、参照信号S2を表わし、上方の曲線214は、測定信号S1を表わしている。シミュレーションの便宜上、ヘテロダイン周波数 $\Delta\omega$ は2MHzとした。曲線212と曲線214との間のシフト量は、平坦化膜の厚さ102の約10nmの変化に等しいことを示している。

【0023】従って、本発明に依れば、研磨中に膜厚の変化を鋭敏、正確、かつ強度変動の影響を受けずに測定するための電気信号が研磨中に同時に生成される。このようにして、厚さ102が既定値に近づく際、研磨工程を中断することなく平坦化膜112の厚さ102を決定できる。また、図1の装置に、信号処理装置140からの信号52aを計算装置53に伝送するための動的フィードバック装置52を具備してもよい。本発明に係る実施形態では、信号52aは、C-HIS光学系120によって得られた半導体ウエハ110上の平坦化膜112の厚さ102を表わす信号である。通常、信号52aは、信号処理装置140から計算装置53を具備した動

的フィードバック装置52を通じて伝送される。

【0024】本発明に用いられる計算装置53としては、信号52a等の入力信号を受け取り、評価するためのソフトウェアルーチンコードをそのメモリー内に記憶させた汎用計算装置としてもよい。また、計算装置53として、特定用途用にハード的に配線した特定用途計算装置としてもよい。また、計算装置53として、汎用計算装置と特定用途計算装置とを組み合わせたものでもよい。計算装置53はその形態の如何によらず、一つ又は複数の入力信号52aを受け取り、コード化されたルーチンを用いて一つ又は複数の出力信号52b、52c、52d、及び52eとして、結果（出力）を生成する。各出力信号52b、52c、52d、及び52eは、CMP装置100内の種々のサブシステムのうちの一つ又は複数の動的プロセス制御のための制御信号になり得る。

【0025】例えば、C-HIS光学系120からの入力信号52aによって、計算装置53が平坦化膜112の除去率を連続的に計算するようにできる。更にまた、例えばプラテン駆動速度、プラテン圧、スラリー供給、及び回転キャリアの動き等のうちの任意個数のプロセス変数のそれぞれを、入力信号52aと計算装置53によって計算された除去率とに基づいて、動的に制御するようにできる。また、出力信号52b-52eの一つ又は複数を、動的制御用の信号としてではなく、作業者の注意を喚起するための情報表示又は警報信号として用いることもできる。例えば、計算装置53は、平坦化膜の厚さ102が既定値に接近または到達しつつあることを意味する出力信号52b-52eを生成する。

【0026】C-HIS光学系120からの入力信号52aを受け取って評価するだけでなく、計算装置53は、作業者又は他の計算装置（不図示）からプロセスプログラム入力を受け取ることも可能である。このようにすれば、計算装置53は、CMP装置100の実質的にすべての機能を制御することができる。以上により、改善された平坦化装置が実現できる本発明の実施態様が記載されていることが分かるであろう。本発明の実施態様によれば、従来技術に比べて改善された被研磨最中の表面への光学的なアクセスが可能となり、従って、厚さや終点検出等の研磨工程の連続的同時測定、及び動的プロセス制御が可能となる。

【0027】本発明を好ましい一実施態様によって記述したが、当業者にとって自明な他の実施態様も、本発明の範囲に属する。

【0028】

【発明の効果】本発明の実施態様によれば、従来技術に比べて改善された被研磨最中の表面への光学的なアクセスが可能となり、従って、厚さや終点検出等の研磨工程の連続的同時測定、及び動的プロセス制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

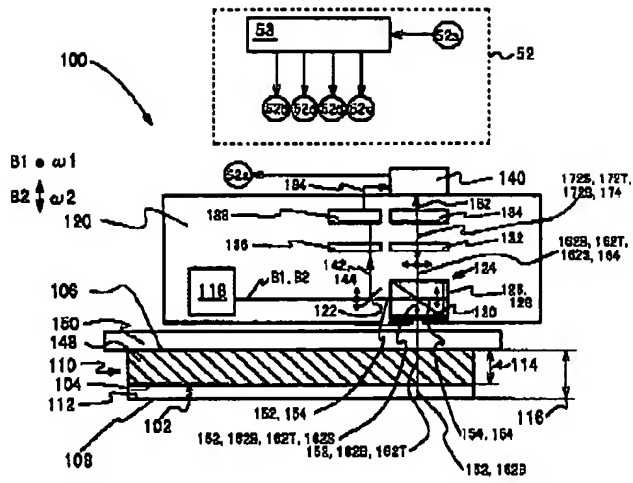
【図1】本発明による半導体ウエハ及びC-HIS光学系を含むCMP装置の一部を示す概略断面図である。

【図2】本発明による測定信号及び参照信号のシミュレーション結果の1つを示す図である。

【符号の説明】

53・・・計算装置
100・・・化学的機械的研磨（CMP）装置
102・・・平坦化膜の厚さ
104・・・境界面（境界）
106・・・裏面
108・・・表面
110・・・半導体ウエハ
112・・・平坦化膜
114・・・基板厚さ
116・・・半導体ウエハ厚さ
118・・・レーザ光源
120・・・CMPヘテロダイン方式同時測定センサー（C-HIS）光学系
122・・・参照光用ビームスプリッター（BS）
124・・・偏光ビームスプリッター（PBS）
126・・・参照光用1/4波長板
128・・・参照光用反射板
130・・・測定光用1/4波長板
132・・・測定光用合波用偏光板
134・・・測定光用光検出器
136・・・参照光用合波用偏光板
138・・・参照光用光検出器
140・・・信号処理装置
148・・・基板
150・・・回転キャリア
182、184・・・信号線

【図1】



【図2】

